

CDMA RECEIVER

Patent number: JP7030519
 Publication date: 1995-01-31
 Inventor: ATOKAWA AKIHISA; others: 01
 Applicant: NEC CORP
 Classification:
 - International: H04L13/04; H04B1/10; H04B7/216; H04L25/03
 - european:
 Application number: JP19930169092 19930708
 Priority number(s):

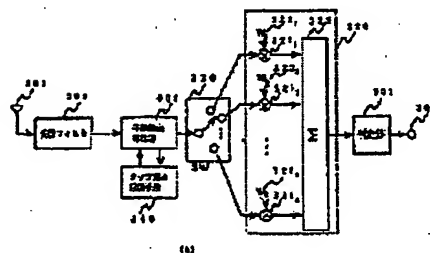
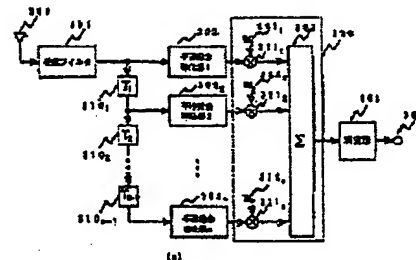
Also published as:

EP0633877 (A2)
 US5646984 (A1)
 EP0633877 (A3)
 CA2127884 (C)

Report a data error here

Abstract of JP7030519

PURPOSE: To form the CDMA receiver with less reception characteristic deterioration against increase in the number of simultaneous operation users even in the environment of high speed fading or multi-path in the DS/SSMA system.
CONSTITUTION: A signal subjected to coding multiplex is received by an antenna 300 and band-limited by a reception filter 301. A signal in the designated timing is inputted to an interference elimination equalizer 302. Each interference equalizer 302 regards a multi-path component of its own station in other timing equivalently as an other station signal and eliminates the signal together with the other station signal to detect only a multi-path component in the designated timing. Each multi-path component is multiplied with a synthesis weight coefficient and the result is synthesized at a synthesizer 320 and a decision signal is obtained by a decision device 303.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-30519

(43) 公開日 平成7年(1995)1月31日

| | | | | |
|------------------------------------|------|-----------|----------------|--------|
| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| H 0 4 J 13/04 | | | | |
| H 0 4 B 1/10 | | L 9298-5K | | |
| 7/216 | | | | |
| | | 8226-5K | H 0 4 J 13/ 00 | G |
| | | | H 0 4 B 7/ 15 | D |
| 審査請求 有 請求項の数25 O L (全 18 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平5-169092

(22) 出願日 平成5年(1993)7月8日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 後川 彰久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

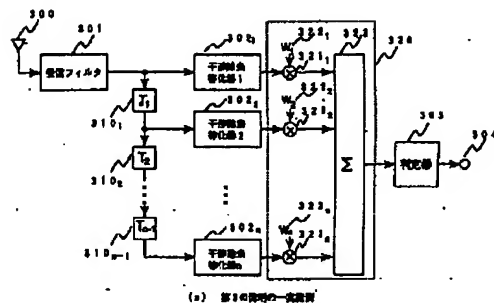
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 CDMA受信機

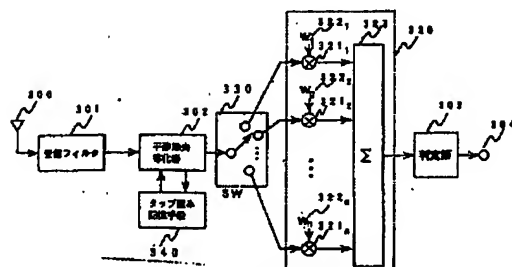
(57) 【要約】

【目的】 DS/CDMA方式において、高速フェージング時やマルチパス環境においても、同時使用ユーザ数の増加に対して受信特性劣化の少ないCDMA受信器を提供する。

【構成】 符号多重された信号アンテナ300で受信され、受信フィルタ301で帯域制限される。干渉除去等化器302にはそれぞれ指定されたタイミングの信号が入力される。各干渉除去等化器302は、他のタイミングの自局マルチパス成分を等価的に他局信号と見なし、他局信号とともに除去し、指定されたタイミングのマルチパス成分のみを検出する。各マルチパス成分は、合成器320で合成用重み係数を乗せられた後で合成され、判定器303で判定信号を得る。



(a) 第1の実施例の一次回路



(b) 第2の実施例の一次回路

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムで用いる受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、該受信フィルタの出力から他局による干渉成分を除去する干渉除去等化器と、該干渉除去等化器の出力に関し1シンボル間の遅延検波を行う遅延検波手段と、該遅延検波手段の出力を判定し、判定信号を得る判定器とを有することを特徴とするCDMA受信機。

【請求項2】 前記受信フィルタと前記干渉除去等化器との間にさらに整合フィルタを設置し、該整合フィルタは、前記受信フィルタの出力を自局の拡散符号で逆拡散し、該逆拡散の出力を前記干渉除去等化器に供給することを特徴とする請求項1記載のCDMA受信機。

【請求項3】 前記干渉除去等化器は、特に拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化することを特徴とする請求項1又は2に記載のCDMA受信機。

【請求項4】 前記干渉除去等化器のそれぞれを線形等化器(LE)で実現することを特徴とする請求項1又は2に記載のCDMA受信機。

【請求項5】 前記干渉除去等化器のそれぞれを判定帰還形等化器(DFE)で実現することを特徴とする請求項1又は2に記載のCDMA受信機。

【請求項6】 前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする請求項1又は2に記載のCDMA受信機。

【請求項7】 直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムで用いる受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、該受信フィルタの出力から他局による干渉成分を除去する干渉除去等化器と、該干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、該伝送路位相に基づいて位相同期を行う位相同期手段と、該干渉除去等化器の出力を判定し、判定信号を得る判定器と、を有することを特徴とするCDMA受信機。

【請求項8】 前記受信フィルタと前記干渉除去等化器との間にさらに整合フィルタを設置し、該整合フィルタは、前記受信フィルタの出力を自局の拡散符号で逆拡散し、該逆拡散の出力を前記干渉除去等化器に供給することを特徴とする請求項7に記載のCDMA受信機。

【請求項9】 前記位相同期手段において、前記判定器の入出力から前記干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、位相同期操作を特に前記判定器の入力前の位置で行うことを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項10】 前記位相同期手段において、前記判定

2

器の入出力から前記干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、位相同期操作を特に前記干渉除去等化器の入力前の位置で行うことを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項11】 前記干渉除去等化器は、特に拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化することを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項12】 前記干渉除去等化器のそれぞれをLEで実現することを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項13】 前記干渉除去等化器のそれぞれをDFEで実現することを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項14】 前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする請求項7又は8に記載のCDMA受信機。

【請求項15】 直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムでレイク受信を行う受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、指定された複数のタイミングにおける該受信フィルタの出力からそれぞれ自局信号以外の成分を除去する干渉除去等化手段と、該複数のタイミングにおける等化手段の出力をそれぞれ合成する合成器と、該合成器出力に基づき信号判定を行う判定器と、を備え、レイク受信の各ブランチで干渉成分を除去することを特徴とするCDMA受信機。

【請求項16】 前記干渉除去等化手段に対し、さらに位相同期手段を備え、等化处理の前で位相同期操作を行うことを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項17】 前記干渉除去等化手段に対し、さらに位相同期手段を備え、等化处理の後で位相同期操作を行うことを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項18】 前記干渉除去等化手段に対し、さらに遅延検波手段を備え、前記等化处理の後で遅延検波操作を行うことを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項19】 前記合成器では、前記複数のタイミングにおける等化手段の出力を最大比合成することを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項20】 前記干渉除去等化手段をLEで実現することを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項21】 前記干渉除去等化手段をDFEで実現することを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信

機。

【請求項22】 前記干渉除去等化手段の等化出力信号の信号品質をそれぞれ検出し、該品質に基づいて前記合成器の合成用重み係数を設定することを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項23】 前記判定器の判定出力を前記干渉除去等化手段に供給し、該判定出力と等化出力との差から誤差信号を計算し、該誤差信号を前記干渉除去等化手段のタップ重み適応制御で用いることを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項24】 前記判定器での誤差信号を前記干渉除去等化手段に供給し、該誤差信号を前記干渉除去等化手段のタップ重み適応制御で用いることを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【請求項25】 前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする請求項15に記載のCDMA受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直接拡散(DS)によるCDMA方式(以下、DS/CDMA方式と記す)において用いるCDMA受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】 DS/CDMA方式は加入者容量の大幅な拡大を実現する潜在的可能性があるため、将来の移动通信システムの多元接続(マルチアクセス)方式として新たな注目を集めている。DS/CDMAシステムを図4に示す。複数の局がそれぞれ図5に示すような送信機を用いて固有の拡散符号により信号を広帯域に拡散して伝送路に信号を送出し、受信側では図6に示すように、符号により多重化された信号から所望の信号を検出することにより通信を行う。

【0003】 従来のDS/CDMA方式の受信機は、自局に割り当てられた拡散符号に基づいた整合フィルタ(逆拡散フィルタ)を用いて信号検出を行っている。送信信号を拡散した符号に基づいて逆拡散を行うと、自局信号は正しく復元される。一方、異なる符号で拡散された他局信号はそれぞれあたかも雑音できるように分散される。この成分は自局信号に対する他局からの干渉を見ることができる。通常、この干渉量は小さいので、自局信号の信号検出は正しく行われる。しかし、ユーザ(他局)数が増えると、他局信号による干渉量が増加し、正しい受信が次第に困難になる。

【0004】 他局干渉の問題に対しては、通信を行っている全局の拡散符号の情報を利用し、他局干渉成分を効率的に除去するマルチユーザ受信機が提案されている(例えば、文献1: R. Lupas and S. Verdú, "Near-far resistance of multiuser detectors in a

synchronous channels," IEEE Trans. Commun., vol. 38, no. 4, pp. 496-508, Apr. 1990.)。しかし、全ての拡散符号を知るという前提条件が非現実的な場合が存在したり、受信機構成が複数となるという欠点がある。これに対し、自局の拡散符号の情報のみを用いて他局成分を干渉除去するシングルユーザ受信機が提案されている(文献2: M. Abdulrahman, D. D. Falconer, and A. U. H. Sheikh, "Equalization for Interference Cancellation in Spread Spectrum Multiple Access Systems," Proc. VTC'92, pp. 71-74, May 1992.)。この受信機では、図7に示すように干渉除去を等化器により行っている。

【0005】 しかし、搬送波同期も等化器のタップ重みにおいて干渉除去と同時にを行うため、高速フェージング環境では、等化器のタップ重み決定において位相変動への追従と干渉除去のための適応制御による変化とが互いに影響しあい、位相変動に対して十分に追従できなくなり、受信特性が劣化する。

【0006】 一方、マルチパス環境での受信特性向上のためには、レイク受信機がよく知られている。マルチパス合成波を構成する各到来波信号成分は、到来伝送路の伝搬遅延差により生じた自局信号の分身であるため、それらを合成することでより信頼度の高い信号を得るのがレイク受信機の原理である。従来のレイク受信機においては他局信号の不在は特に考慮していないが、最近、他局信号の存在を考慮した適応レイク受信機が提案された(文献3: A. Higashi and T. Matsumoto, "BER Performance of Adaptive RAKE Diversity (ARD) in DPSK DS/CDMA Mobile Radio," Proc. ISSSTA'92, pp. 75-78, Nov.-Dec. 1992.)。これは、整合フィルタ出力の各時刻成分を全て自局成分と考えて等利得合成する代わりに、混入している他局信号成分を考慮して決定された重みに基づき合成するもので、自局信号成分を効率的に合成できる。しかし、この適応レイク受信機においても各時刻の信号検出は整合フィルタを用いるのみであり、合成前の各時刻成分の段階で他局信号の除去は行われていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 以上をまとめると、従来のDS/CDMA方式の受信機では、高速フェージング環境において搬送波位相変動の追従が十分に出来ず、干渉除去効果があまり得られないという欠点があった。さらに、マルチパス環境において効率的に干渉除去を行うことが出来ないという問題点があった。

5

【0008】本発明の目的は、DS/CDMA方式において、高速フェージング存在時やマルチパス環境においても、同時使用ユーザ数の増加に対して受信特性劣化の少ないCDMA受信機を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための手段として、第1の発明は、直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムで用いる受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、該受信フィルタの出力から他局による干渉成分を除去する干渉除去等化器と、該干渉除去等化器の出力に関し1シンボル間の遅延検波を行う遅延検波手段と、該遅延検波手段の出力を判定し、判定信号を得る判定器とを有することを特徴とする。

【0010】また、第1の発明において前記受信フィルタと前記干渉除去等化器との間にさらに整合フィルタを設置し、該整合フィルタは、前記受信フィルタの出力を自局の拡散符号で逆拡散し、該逆拡散の出力を前記干渉除去等化器に供給することを特徴とする。

【0011】また、第1の発明において前記干渉除去等化器は、特に拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化することを特徴とする。

【0012】また、第1の発明において前記干渉除去等化手段のそれぞれをLEで実現することを特徴とする。

【0013】また、第1の発明において前記干渉除去等化手段のそれぞれをDFEで実現することを特徴とする。

【0014】また、第1の発明において前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする。

【0015】第2の発明は、直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムで用いる受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、該受信フィルタの出力から他局による干渉成分を除去する干渉除去等化器と、該干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、該位相に基づいて位相同期を行う位相同期手段と、該干渉除去等化器の出力を判定し、判定信号を得る判定器と、を有することを特徴とする。

【0016】また、第2の発明において、前記受信フィルタと前記干渉除去等化器との間にさらに整合フィルタを設置し、該整合フィルタは、前記受信フィルタの出力を自局の拡散符号で逆拡散し、該逆拡散の出力を前記干渉除去等化器に供給することを特徴とする。

【0017】また、第2の発明において、前記位相同期手段において、前記判定器の入出力から前記干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、位相同期操作を特に前記判定器の入力前の位置で行うことを特徴とする。

【0018】また、第2の発明において、前記位相同期

6

手段において、前記判定器の入出力から前記干渉除去等化器の出力中の伝送路位相を検出し、位相同期操作を特に前記干渉除去等化器の入力前の位置で行うことを特徴とする。

【0019】また、第2の発明において、前記干渉除去等化器は、特に拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化することを特徴とする。

【0020】また、第2の発明において、前記干渉除去等化手段のそれぞれをLEで実現することを特徴とする。

【0021】また、第2の発明において、前記干渉除去等化手段のそれぞれをDFEで実現することを特徴とする。

【0022】また、第2の発明において、前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする。

【0023】第3の発明は、直接拡散による符号分割多重(DS/CDMA)システムでレイク受信を行う受信機において、多重化されたDS/CDMA変調信号を受信して帯域制限を行う受信フィルタと、指定された複数のタイミングにおける該受信フィルタの出力からそれぞれ自局信号以外の成分を除去する干渉除去等化手段と、該複数のタイミングにおける等化手段の出力をそれぞれ合成する合成器と、該合成器出力に基づき信号判定を行う判定器と、を備え、レイク受信の各ブランチで干渉成分を除去することを特徴とする。

【0024】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段に対し、さらに位相同期手段を備え、等化処理の前で位相同期操作を行うことを特徴とする。

【0025】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段に対し、さらに位相同期手段を備え、等化処理の後で位相同期操作を行うことを特徴とする。

【0026】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段に対し、さらに遅延検波手段を備え、前記等化処理の後で遅延検波操作を行うことを特徴とする。

【0027】また、第3の発明において、前記合成器では、前記複数のタイミングにおける等化手段の出力を最大比合成することを特徴とする。

【0028】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段をLEで実現することを特徴とする。

【0029】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段をDFEで実現することを特徴とする。

【0030】また、第3の発明において、前記干渉除去等化手段の等化出力信号の信号品質をそれぞれ検出し、該品質に基づいて前記合成器の合成用重み係数を設定することを特徴とする。

【0031】また、第3の発明において、前記判定器の判定出力を前記干渉除去等化手段に供給し、該判定出力と等化出力との差から誤差信号を計算し、該誤差信号を

前記干渉除去等化手段のタップ重み適応制御で用いることを特徴とする。

【0032】また、第3の発明において、前記判定器での誤差信号を前記干渉除去等化手段に供給し、該誤差信号を前記干渉除去等化手段のタップ重み適応制御で用いることを特徴とする。

【0033】また、第3の発明において、前記判定器は、判定信号とともに該判定信号の信頼度情報を検出し、該判定信号と該信頼度情報とから軟判定信号を生成し、該軟判定信号を出力することを特徴とする。

【0034】

【作用】第1の発明では、干渉除去等化後の信号に対して遅延検波を行う。遅延検波により等化信号から高速変動する伝送路による位相変化が除去される。また、第2の発明では、干渉除去等化前、あるいは等化後の信号に対して、位相同期処理を行う。位相同期により、高速変動する伝送路による位相変化が等化器入力、あるいは等化器出力において除去される。そのため、第1、第2の発明の等化器においては、伝送路による位相変動に影響されず、他局干渉成分の除去のためだけ作用するように制御される。さらに、自局信号のマルチパス成分が存在する場合には、等化器においてダイバーシティ合成が行われる。したがって、同時ユーザ数が増加した場合でも他局干渉が効率的に除去できる。

【0035】第3の発明では、レイク受信の各受信タイミングにおいて、指定されたタイミングで受信した自局信号を希望信号とし、希望信号以外の自局信号のマルチパス波も他局信号の一種とみなし、それぞれ干渉除去を行う。等化の際は、第1、第2の発明と同様に、遅延検波、あるいは位相同期により伝送路位相変動の除去を行う。最後に、干渉除去された複数のタイミングの自局信号成分を合成する。以上により、同時ユーザ数が増加した場合でも、他局信号成分の干渉除去を行いつつ、自局信号を効率的にレイク合成でき、安定した特性を有する受信機が得られる。

【0036】

【実施例】次に、図面を参照して本発明を説明する。

【0037】図1は、第1の発明の実施例を示したものである。第1の発明の受信機を用いる場合は、図5(b)に示すように送信側であらかじめ差動符号化を行っておく。差動復号化は遅延検波操作において同時に行われるので、受信側は図6(a)の構成でよい。また、*

$$\theta_k = \phi + \psi_k$$

同様にして、時刻 $(k+1)T$ での自局信号の位相 θ_{k+1} は、

$$\theta_{k+1} = \phi_{k+1} + \psi_{k+1}$$

となる。伝送路位相成分 ϕ_k 、 ϕ_{k+1} が除去されなければ、信号を正しく検出することは困難となる。従来の干渉除去等化器では、伝送路位相成分の除去（あるいは位相同期）も等化器において行われていた。しかし、等化器タップ重みは主に他局干渉に対して直交化するため

*拡散符号長をMチップとすると、第1の発明から第3の発明までに共通して、送信側では、信号は1シンボルごとに固有の拡散符号によりそれぞれMチップに拡散されるものとする。

【0038】図1(a)において、符号により多重化された信号はアンテナ100で受信され、受信フィルタ101により帯域制限された後、干渉除去等化器102に入力される。干渉除去等化器102では、等化器タップ重み（タップ係数）を全ての他局信号成分に対して直交化するように制御する。完全に直交化されれば、自局信号成分も多少減少するものの、他局による干渉成分は0となり、干渉除去が可能となる。この原理を図8に示す。

【0039】図8は、自局信号の他に干渉局が1局存在したときの例で、(a)が干渉除去等化器102による受信の場合、(b)が整合フィルタによる受信の場合である。受信信号800は自局信号810と他局信号820の合成により与えられる。整合フィルタでは、受信信号800と自局の拡散符号との相関をとる。自局信号810の方向は自局の拡散符号の方向840と一致するので、整合フィルタ出力850のうち自局信号による成分812は自局信号810と一致する。これは、自局信号のみならば、逆拡散により送信信号が正しく復元されることに対応する。しかし、何らかの原因により拡散符号間の直交性が崩れ、他局信号820が自局の拡散符号の方向840に成分822を有すると、これが整合フィルタ出力にも現れ、自局信号による成分812に対する干渉となる。他局の数が増加すると、干渉が正しい受信を脅かす。一方、干渉除去等化器では、タップ重み（タップ係数）ベクトルを他局信号820に対して直交化するように制御する。このとき、等化器出力は自局による成分811（自局信号810のタップ重みベクトルの方向830に対する射影）のみで与えられ、自局信号成分が減少する（等価的に雑音増幅となる）ものの、整合フィルタよりも正しい受信が行われる。

【0040】他局干渉が除去された等化出力は遅延検波手段105に入力され、伝送路による位相変動が除去される。遅延検波手段105の具体例を図9に示す。詳細に説明すれば、時刻 kT （ T はシンボル時間間隔）での自局信号の位相 θ_k は、信号位相 ϕ_k と伝送路による位相成分 ψ_k との和で与えられる。

【0041】

$$(1)$$

$$(2)$$

に制御されるので、フェージングによる伝送路変動が高速になると、伝送路位相成分の変化に追従できなくなり、その結果信号検出が正しく行われないという欠点があった。これに対して、図9(a)では1シンボル遅延させた信号の複素共役を掛け合わせることで、位相軸上

9

では差 $(\theta_{k+1} - \theta_k)$ を検出している。ここで、シンボル時間間隔で伝送路による位相成分の変化が十分に小さければ

【0042】

【数1】

$$\phi_k \approx \phi_{k+1}$$

【0043】となる。したがって、二時刻間の位相差 $(\theta_{k+1} - \theta_k)$ は信号の位相変化 $(\phi_{k+1} - \phi_k)$ のみで与えられ、伝送路による位相変動は除去される。あらかじめ、送信側で差動符号化を行い位相変化情報をもたせれば、干渉除去後の遅延検波により伝送路による位相変動を除去しつつ、正しい信号伝送が行える。図9(b)、(c)は、ともに遅延検波手段の別の実施例である。図9(b)はシンボル遅延後に信号を正規化しておく操作を追加した例、図9(c)は遅延検波前に自動利得制御を行い、あらかじめ信号振幅を正規化しておく操作を追加した例で、いずれも位相変動除去をより正しく行う効果を有する。

【0044】さて、遅延検波手段105により位相変動が除去された出力は判定器103で判定され、判定信号が出力端子104に供給される。伝送路による位相変動は遅延検波手段105により除去されるので、干渉除去等化器102においては、伝送路による位相変動に影響されず、他局干渉成分の除去だけを行うように制御され、干渉除去が効率的に行われる。

【0045】また、図1(a)の受信フィルタ101と干渉除去等化器102との間に整合フィルタ106を設置した図1(b)のような構成も可能である。図1(a)、(b)では、干渉除去等化器102のタップ重みは異なる値をとるが、等化器構成は同一で、図10に示す線形等化器(LE)や図11に示す判定帰還形等化器(DFE)のいずれを用いてもよい。また、図10のLEや図11の前方フィルタ(FF)を実現するトランスバースフィルタはチップ時間間隔(T_c)単位で、あるいは T_c/m (ただし、 m は自然数)単位で信号が入力され、シンボル時間単位で等化处理、タップ重みの適応制御を行い、シンボル時間ごとに出力を出す。このとき、特にトランスバースフィルタのタップを拡散符号長に相当する時間(すなわち、 $M \cdot T_c$)以上にわたる信号を等化すると干渉除去効果が大きい。

【0046】また、判定器103の実施例としては、図12に示すように、硬判定信号の品質を検出する信頼度検出手段1202を備え、軟判定信号を出力する構成がある。信頼度検出手段1202において硬判定信号の信頼度情報を検出し、これと硬判定信号を基に軟判定信号を生成すれば、後段の通信路復号器(図6の通信路復号器603)において軟判定復号が可能となる。

【0047】図2は、第2の発明の実施例を示したものである。第2の発明の受信機を用いる場合は、送信側が図5(a)であれば受信側は図6(a)、受信側が図5

10

(b)であれば受信側は図6(b)となる。第1の発明との最大の相違点は、伝送路による位相変動を除去する手段として、遅延検波手段105に代えて位相同期手段205を用いることにある。位相同期手段205を干渉除去等化器202の前に置く構成(図2(a))と干渉除去等化器202の後に置く構成(図2(c))とがある。また、第1の発明と同様に、整合フィルタ206を併せて用いる構成として、図2(a)に対して図2(b)、図2(c)に対して図2(d)の構成がある。

【0048】図2(a)において、符号により多重化された信号はアンテナ200で受信され、受信フィルタ201により帯域制限される。帯域制限後の信号は、位相同期手段205により位相同期され、位相変動が除去された後で干渉除去等化器102に入力される。干渉除去等化器202では、等化器タップ重み(タップ係数)を全ての他局信号成分に対して直交化するように制御する。干渉除去等化器202の動作は、第1の発明と同様である。干渉除去等化器202の出力は判定器203で判定され、判定信号が出力端子204に供給される。

【0049】また、図2(c)においては、符号により多重化された信号はアンテナ200で受信され、受信フィルタ201により帯域制限される。帯域制限後の信号は、干渉除去等化器102に入力される。干渉除去等化器202では、等化器タップ重み(タップ係数)を全ての他局信号成分に対して直交化するように制御する。干渉除去等化器202の動作は、第1の発明と同様である。等化出力は、位相同期手段205により位相同期され、位相変動が除去された出力は判定器203で判定され、判定信号が出力端子204に供給される。

【0050】いずれの構成においても伝送路による位相変動は位相同期手段205により除去されるので、干渉除去等化器202においては、伝送路による位相変動に影響されず、他局干渉成分の除去だけを行うように制御され、干渉除去が効率的に行われる。

【0051】位相同期手段205の実施例を図13に示す。位相同期手段205の原理は以下の通りである。図2において、時刻 $(k+1)T$ での自局信号の位相 θ_{k+1} は式(1)で与えられる。図2(a)においては干渉除去等化器入力において、図2(c)においては干渉除去等化器出力において前時刻の伝送路位相 ϕ_k で位相同期がとられる。いずれの場合も判定器203の入力の位相は、信号位相 ϕ_{k+1} と伝送路位相の差 $(\phi_{k+1} - \phi_k)$ との和で与えられ、 $\phi_{k+1} + (\phi_{k+1} - \phi_k)$ となる。隣接二時刻間の伝送路位相の差 $(\phi_{k+1} - \phi_k)$ は十分に小さいので判定器203の出力の位相は正しく ϕ_k となり、判定器203の入出力から伝送路位相差 $(\phi_{k+1} - \phi_k)$ が検出される。これと前時刻の伝送路位相 ϕ_k との和をとれば現時刻の伝送路位相、すなわち ϕ_{k+1} が得られ、これが時刻 $(K+2)T$ での等化出力に対する位相同期に利用される。

【0052】第2の発明においても、第1の発明と同様、干渉除去等化器202の構成は、図10に示す線形等化器(LE)や図11に示す判定帰還形等化器(DFE)のいずれを用いてもよい。また、図10のLEや図11の前方フィルタ(FF)を実現するトランスバーサルフィルタのタップを拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化すると干渉除去効果が大きい。また、判定器203に対して、図12に示すような軟判定信号を出力する構成がある。

【0053】図3は、第3の発明の実施例を示したものである。図3のレイク受信機では最大nチップ時間遅れまでのマルチパス波を対象とする。

【0054】図3(a)の実施例では、符号により多重化された信号はアンテナ300で受信され、受信フィルタ301により帯域制限された後、干渉除去等化器302にそれぞれ指定された時間間隔で入力される。例えば、各遅延素子310の遅延量はそれぞれチップ時間とすればよい。また、別の手段によりマルチパス波の存在するタイミングを探索し、有効なマルチパス成分のみが干渉除去等化器群302に供給されるべく各遅延素子310の遅延量を適応的に設定してもよい。

【0055】干渉除去等化器302_i (1 ≤ i ≤ n)には、干渉除去等化302_iの入力を

【0056】

【数2】

$$\left(\sum_{k=1}^n T_k \right)$$

【0057】時間だけ遅延させた信号が入力される。このとき、干渉除去等化器302_iでは、自局信号の他のマルチパス成分が等価的に他局信号と見なされて他局信号成分とともに除去され、自局の指定されたタイミングのマルチパス成分のみを出力する。これは、拡散符号の同期がとれない他のタイミングのマルチパス成分が、ことなる拡散符号で拡散された信号のように降る舞うためである。

【0058】各干渉除去等化器302_iで検出されたマルチパス成分は、合成器320において乗算器321_iでそれぞれ合成用重み係数w_iを乗せられた後、加算器323で合成される。

【0059】図3(b)の実施例は、図3(a)で複数個用意した干渉除去等化器を一つだけ用いるようにした構成である。各タイミングでの干渉除去操作はすべて単一の干渉除去等化器302で行われ、等化器出力はスイッチ330を介して合成器320に供給される。干渉除去で用いる等化器302のタップ重みは、各タイミングごとにタップ重み記憶手段340から供給され、干渉除去等化器302において更新された後、再びタップ重み記憶手段340に記憶される。他は図3(a)の実施例と同様である。

【0060】また、合成器320においては、各等化器

出力を最大比合成することにより信頼性の高い判定信号が得られる。その際、各受信タイミングの等化出力に対してそれぞれ信号品質を検出し、それぞれの品質に基づいて合成器320の合成用重み係数322(w₁ ~ W_n)を設定する方法がある。

【0061】また、干渉除去等化器302に対し、

1) 位相同期手段を備え、等化処理の前で位相同期操作を行う(図3の干渉除去等化器302に代えて、図14(a)の構成を採用する)

2) 位相同期手段を備え、等化処理の後で位相同期操作を行う、(図3の干渉除去等化器302に代えて、図14(b)の構成を採用する)

3) 遅延検波手段を備え、前記等化処理の後で遅延検波操作を行う、(図3の干渉除去等化器302に代えて、図14(b)の構成を採用する)

ことにより、伝送路位相変動に強い干渉除去レイク受信が可能となる。

【0062】また、干渉除去等化器302のタップ重み適応制御では、1) 判定器303の判定出力を干渉除去等化器302のそれぞれに供給し、判定出力とそれぞれの受信タイミングでの等化出力との差から誤差信号をそれぞれ計算し、この誤差信号を各受信タイミングの干渉除去で用いる、2) 判定器303での誤差信号を全ての受信タイミングの干渉除去で共通に用いる、という二通りが考えられる。

【0063】また、第3の発明においても、第1の発明と同様、干渉除去等化器302の構成は、図10に示す線形等化器(LE)や図11に示す判定帰還形等化器(DFE)のいずれを用いてもよい。また、図10のLEや図11の前方フィルタ(FF)を実現するトランスバーサルフィルタのタップを拡散符号長に相当する時間以上にわたる信号を等化すると干渉除去効果が大きい。また、判定器303に対して、図12に示すような軟判定信号を出力する構成がある。

【0064】

【発明の効果】以上に詳しく述べたように、本発明の受信機は、DS/CDMA方式において、他局信号成分を除去した上で自局信号成分を合成するので、誤りの少ない高品質な通信が実現される。したがって、本受信機を用いれば、同時使用可能なユーザ数が拡大し、大きな加入者容量を有する通信システムを構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明に係るCDMA受信機の実施例を示す図

【図2】第2の発明に係るCDMA受信機の実施例を示す図

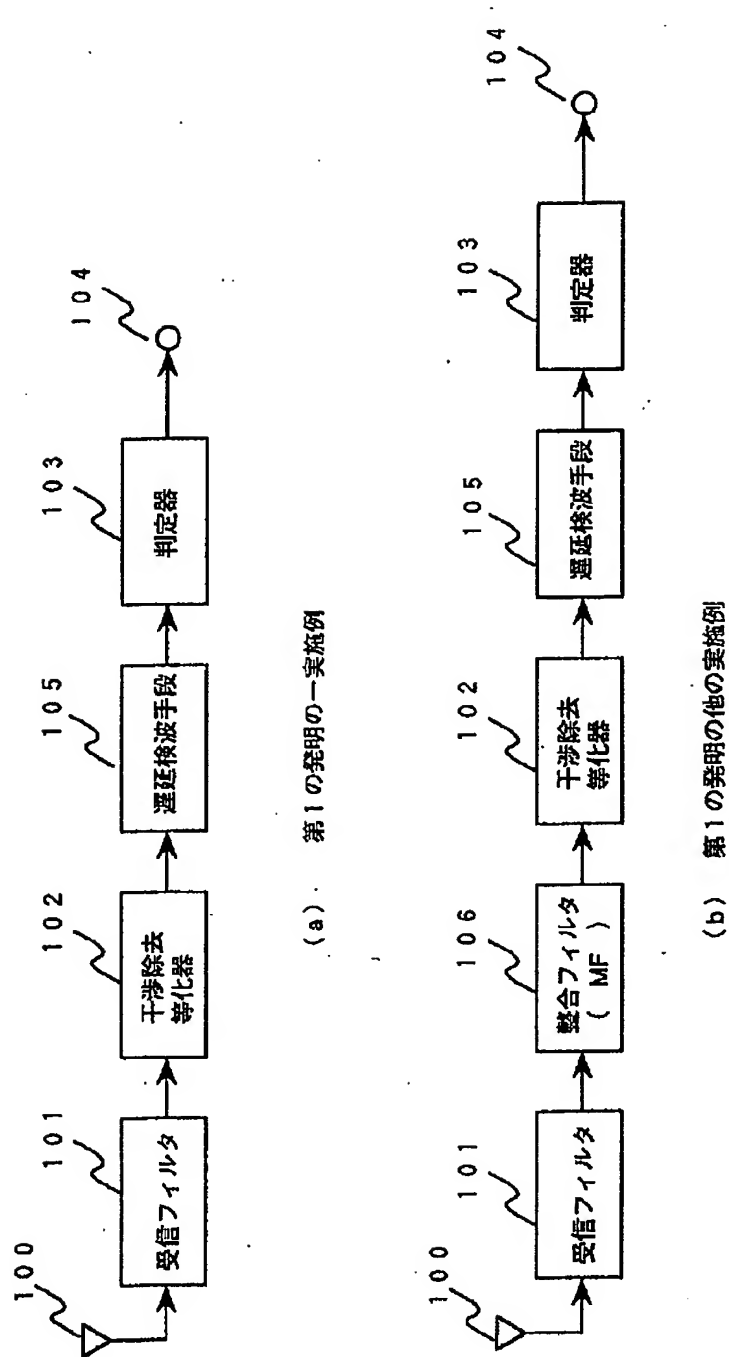
【図3】第3の発明に係るCDMA受信機の実施例を示す図

【図4】多元接続を説明する図

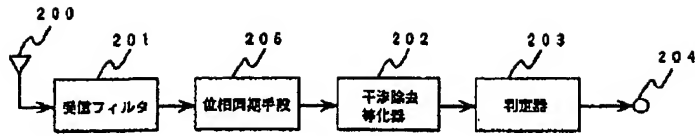
【図5】送信側構成を示す図

| | | |
|----------------------------------|------|--------------|
| 【図6】受信側構成を示す図 | 402 | 加算器 |
| 【図7】従来の干渉除去受信機の実施例を示す図 | 403 | 加算器 |
| 【図8】干渉除去の原理を説明する図 | 404 | 伝送路雑音 |
| 【図9】遅延検波手段の実施例を示す図 | 405 | 受信機 |
| 【図10】線形等化機の例を示す図 | 500 | アンテナ |
| 【図11】判定帰還形等化機の例を示す図 | 501 | 通信路符号化器 |
| 【図12】軟判定信号出力機能を有する判定器の一実施例を示す図 | 502 | 拡散符号 |
| 【図13】位相同期手段の実施例を示す図 | 503 | 乗算器 |
| 【図14】伝送路位相変動を除去する干渉除去等化手段の構成を示す図 | 504 | 変調器 |
| 【符号の説明】 | 505 | アンテナ |
| 100 アンテナ | 506 | 差動符号化器 |
| 101 受信フィルタ | 600 | アンテナ |
| 102 干渉除去等化器 | 601 | CDMA受信機A |
| 103 判定器 | 602 | CDMA受信機B |
| 104 出力端子 | 603 | 通信路復号化器 |
| 105 遅延検波手段 | 604 | 出力端子 |
| 106 整合フィルタ | 605 | 差動復号化器 |
| 200 アンテナ | 700 | アンテナ |
| 201 受信フィルタ | 701 | 受信フィルタ |
| 202 干渉除去等化器 | 702 | 干渉除去等化器 |
| 203 判定器 | 703 | 判定器 |
| 204 出力端子 | 704 | 出力端子 |
| 205 位相同期手段 | 706 | 整合フィルタ |
| 206 整合フィルタ | 800 | 受信信号 |
| 300 アンテナ | 810 | 自局信号 |
| 301 受信フィルタ | 811 | 等化出力 |
| 302 干渉除去等化器 | 812 | 自局信号成分 |
| 303 判定器 | 820 | 他局信号 |
| 304 出力端子 | 822 | 他局干渉成分 |
| 310 遅延素子 | 830 | 等化器重みベクトルの方向 |
| 320 合成器 | 840 | 自局の拡散符号の方向 |
| 321 乗算器 | 850 | MF出力 |
| 322 重み係数 | 1200 | 判定器 |
| 323 加算器 | 1201 | 減算器 |
| 330 スイッチ | 1202 | 信頼度検出手段 |
| 340 タップ重み記憶手段 | 1203 | 信号変換回路 |
| 400 送信器 | 1401 | 干渉除去等化器 |
| 401 伝送路 | 1402 | 位相同期手段 |
| | 1403 | 遅延検波手段 |

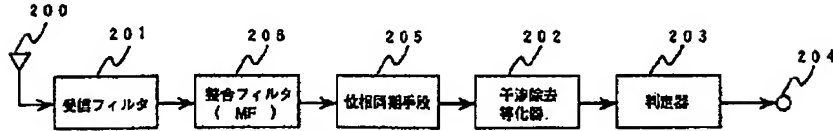
【図1】



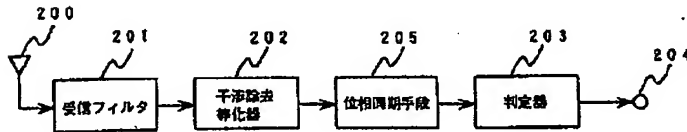
【図2】



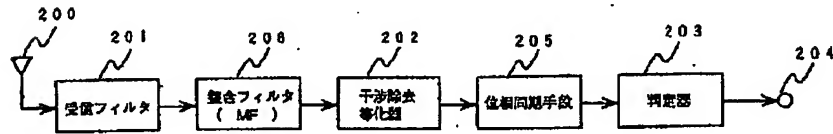
(a) 第2の発明の一実施例



(b) 第2の発明の他の実施例

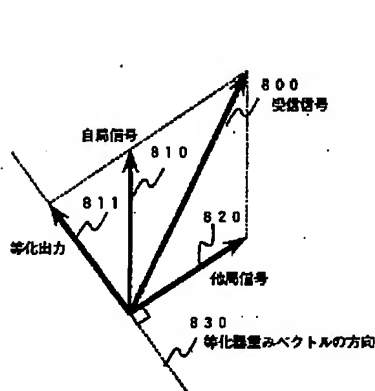


(c) 第2の発明の他の実施例

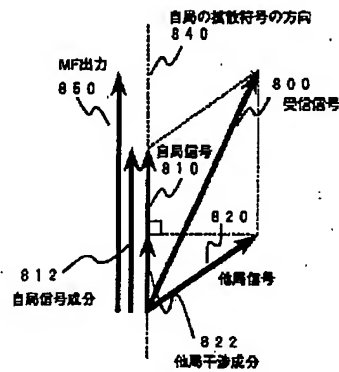


(d) 第2の発明の他の実施例

【図8】

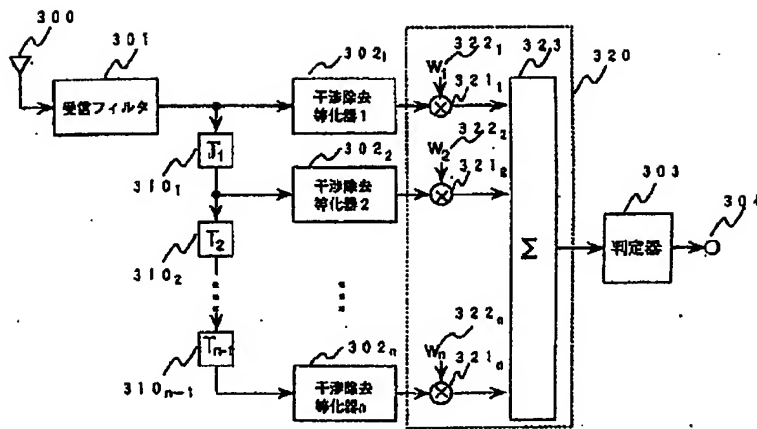


(a) 他局干渉除去の原理

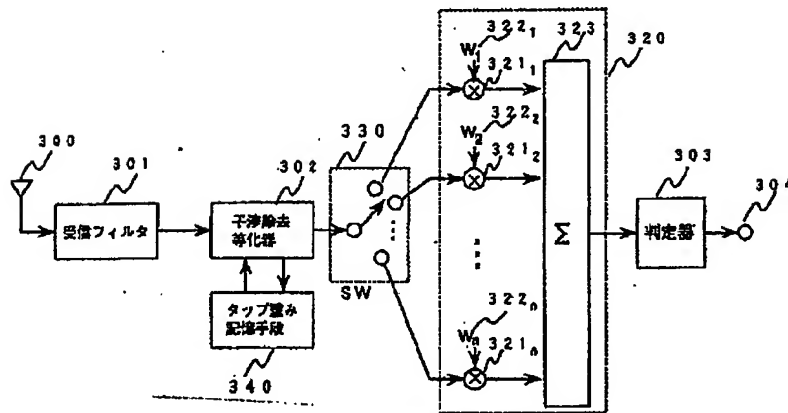


(b) MF受信の原理

【図3】

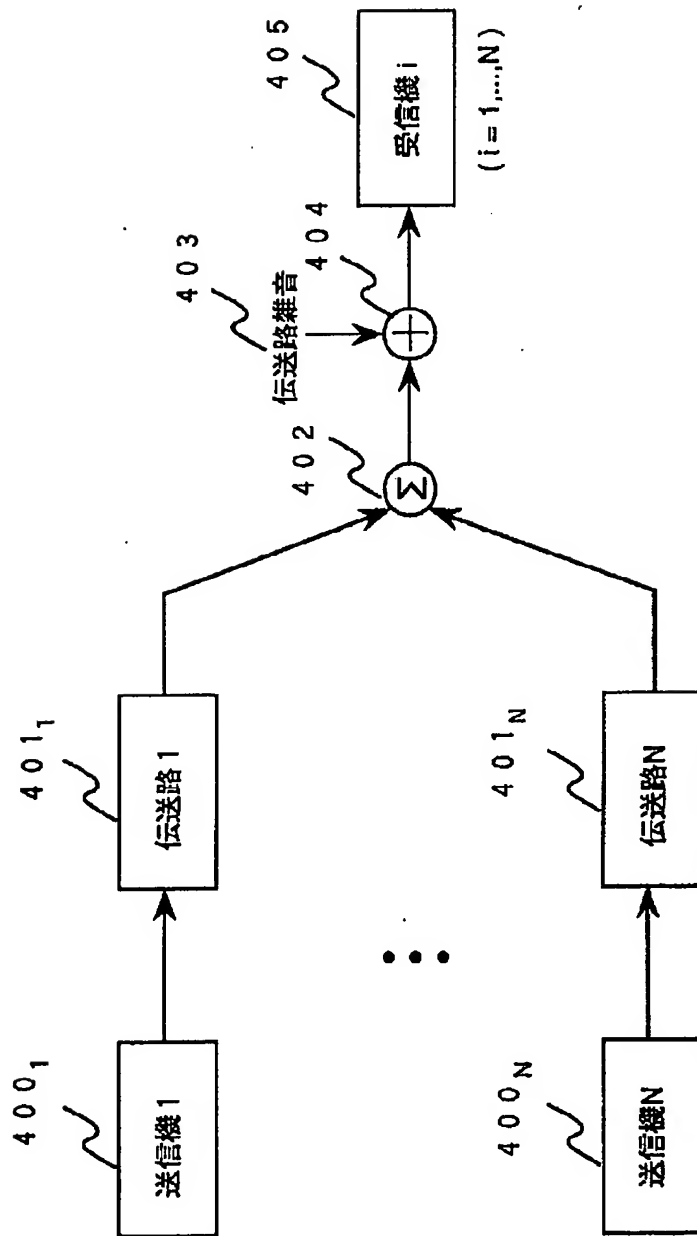


(a) 第3の発明の一実施例



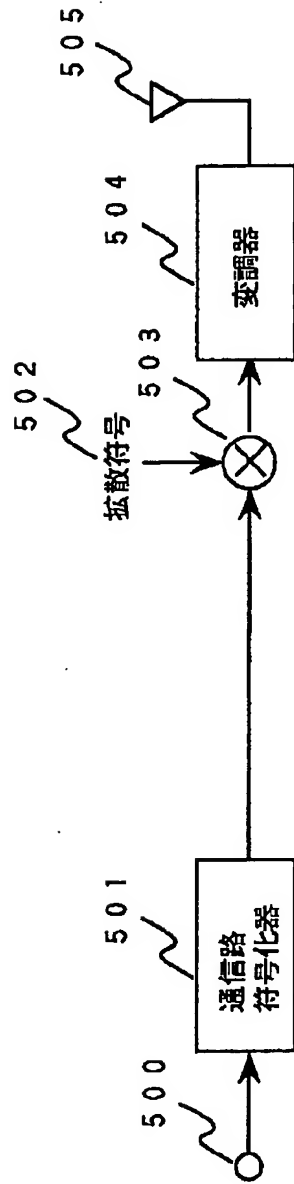
(b) 第3の発明の他の実施例

【図4】

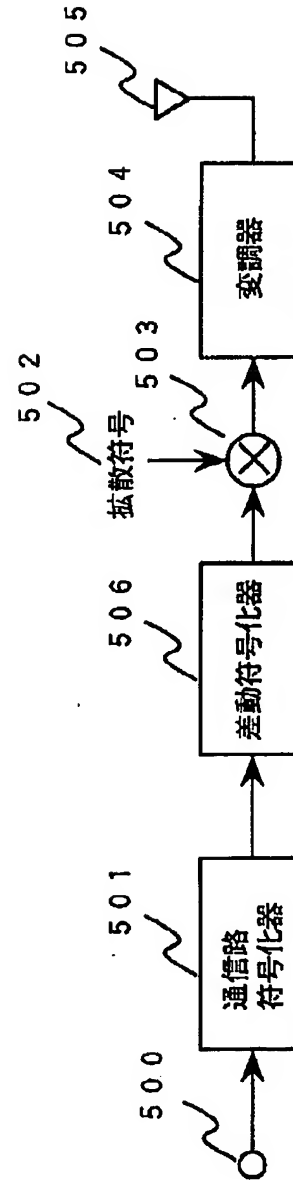


多元接続方式モデル

【図5】

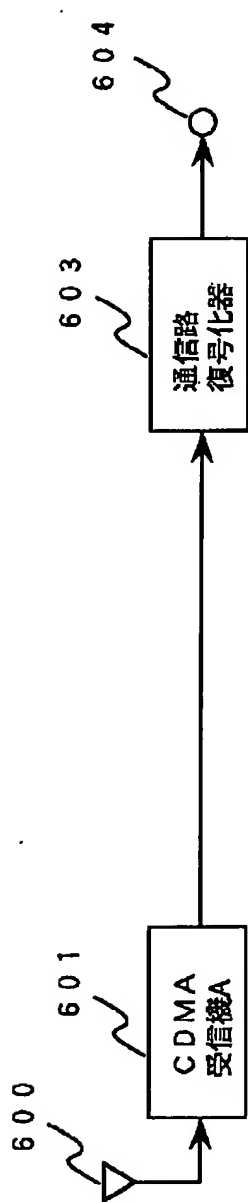


(a) 送信側構成の一例

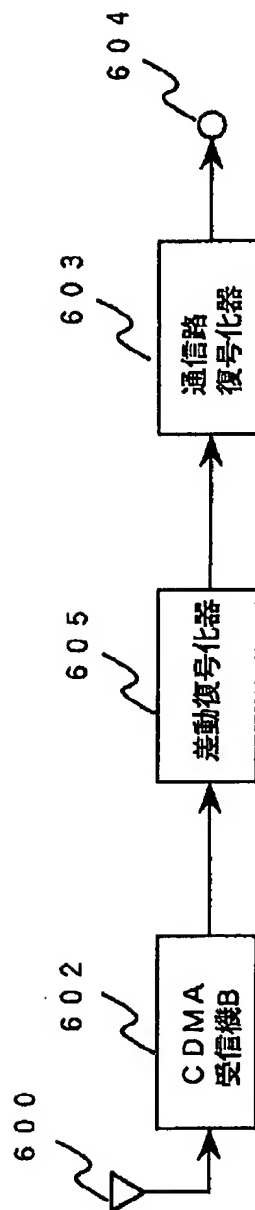


(b) 送信側構成の他の例

【図6】

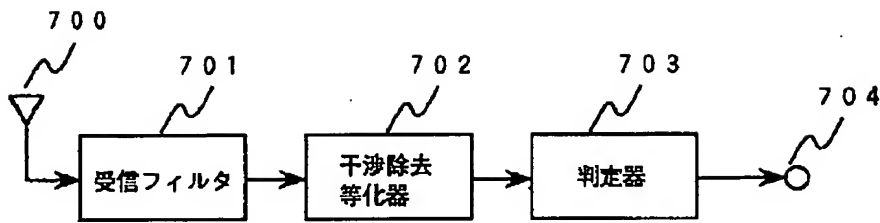


(a) 受信側構成の一例

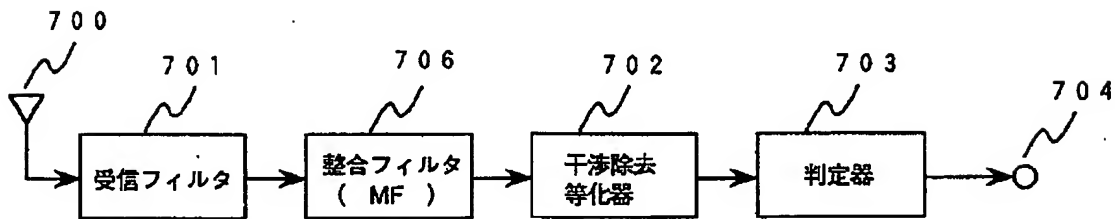


(b) 受信側構成の他の例

【図7】

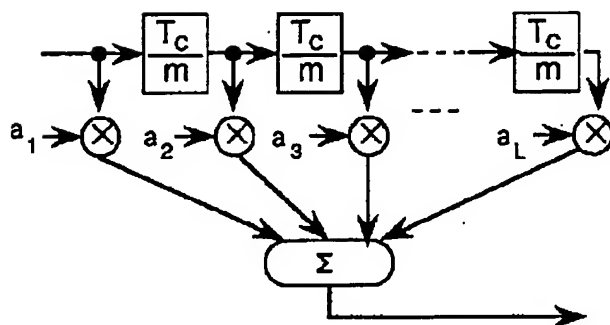


(a) 従来の干渉除去受信機の一例



(b) 従来の干渉除去受信機他の例

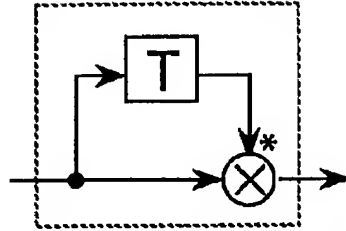
【図10】



線形等化器の例

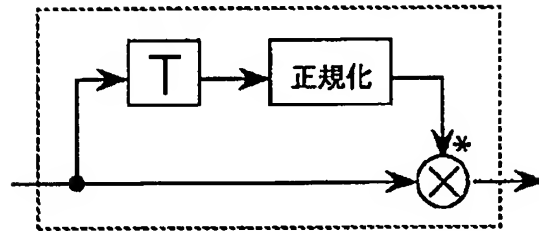
【図9】

遅延検波回路1

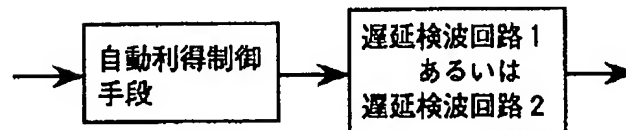


(a) 遅延検波手段の一実施例

遅延検波回路2

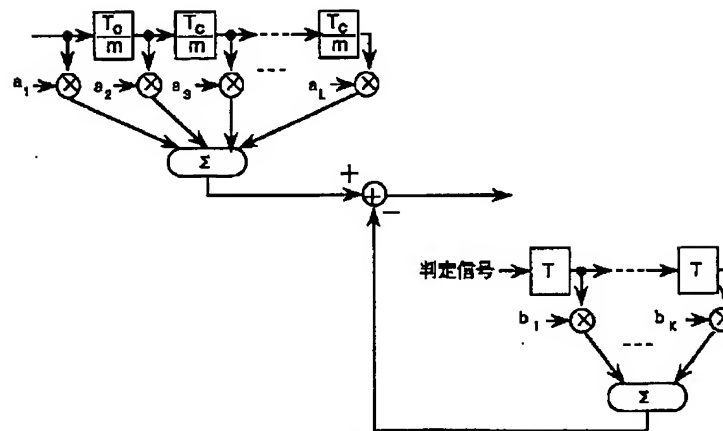


(b) 遅延検波手段の他の実施例



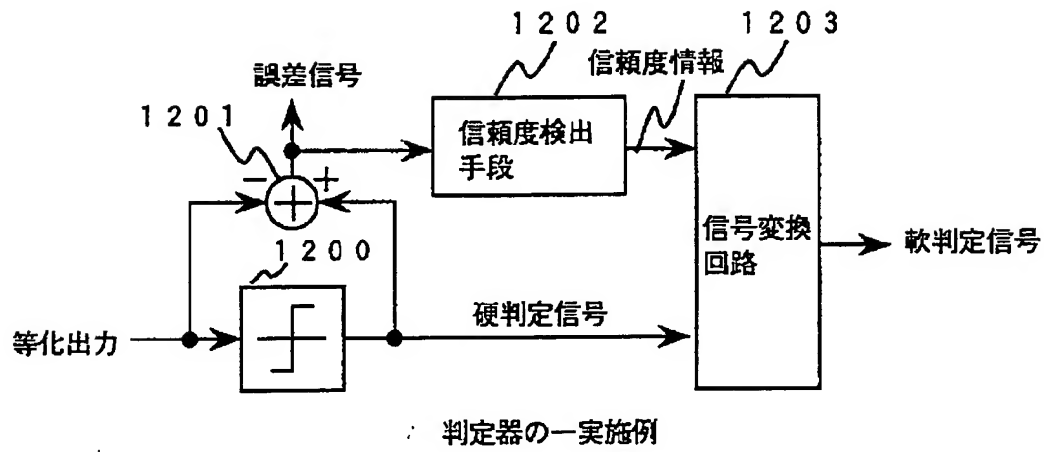
(c) 遅延検波手段の他の実施例

【図11】

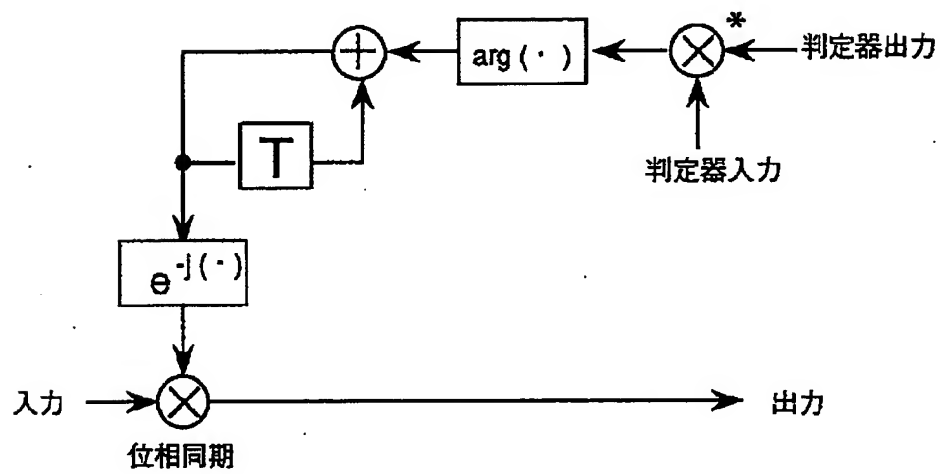


判定適応等化器の例

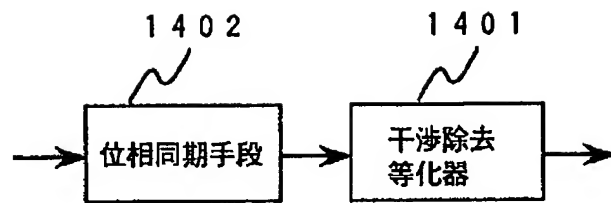
【図12】



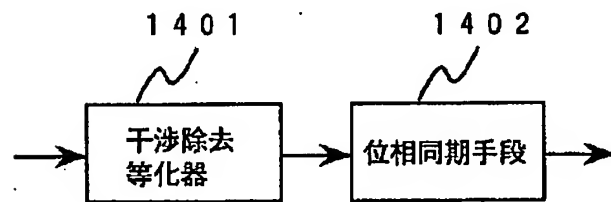
【図13】



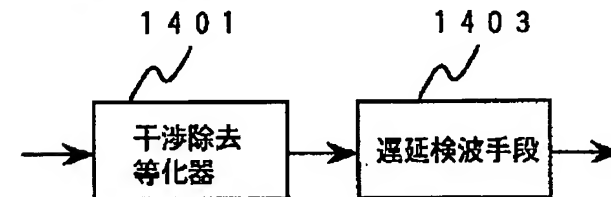
【図14】



(a) 伝送路位相変動を除去する干渉除去等化手段の一構成



(b) 伝送路位相変動を除去する干渉除去等化手段の他の構成



(c) 伝送路位相変動を除去する干渉除去等化手段の他の構成

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

H 0 4 L 25/03

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

C 9199-5K